

## ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОСНАСТКИ ПРИ ОБРАБОТКЕ ВАЛОВ НА МНОГОРЕЗЦОВЫХ СТАНКАХ

В. Д. ВАРЛАКОВ

(Представлено проф. докт. техн. наук А. Н. Ереминым)

В условиях современного машиностроительного производства может быть отмечено явно выраженное стремление все более широкого внедрения в практику механической обработки типовых технологических процессов. Пользуясь типовой технологией в условиях серийного производства, создают предметнозамкнутые участки обработки деталей. Идя дальше по пути совершенствования организации и технологии производства, создают переменнo-поточные линии, которые характеризуются обработкой на одних и тех же станках ряда деталей, объединенных общим маршрутом обработки. Предметные участки и переменнo-поточные линии обеспечивают возможность значительного упорядочения движения деталей по цеху, повышения ответственности мастеров за качество изделий, создания прямо-точности производства и значительного сокращения длительности производственного цикла.

При переменнo-поточном производстве на каждом рабочем месте обрабатывается не одно, а несколько изделий и, следовательно, требуется переналадка, перенастройка оборудования с одного изделия на другое. Во время таких перенастроек производится смена инструментов и приспособлений, а значит оборудование простаивает, происходят перерывы в обработке деталей, ведущие к снижению производительности оборудования и рабочих.

Борясь за повышение производительности, технологи сокращают оперативное время, то есть время, идущее непосредственно на обработку, совершенно забывая или мало обращая внимания на значительный резерв времени, скрывающийся в возможности сокращения и других элементов нормы времени и, в частности, подготовительно-заключительного времени.

Сокращение этой части нормы времени, как показывает анализ, может быть достигнуто за счет нормализации оснастки и более внимательного подхода к ее проектированию. Применяемая оснастка должна давать возможность ее настройки вне станка и использования для обработки нескольких изделий без переналадки или с минимальными подналадками.

Именно на вопросе рационального проектирования оснастки для многорезцовой обработки валов мы и остановимся в нашей статье. Предлагаемая нами методика проектирования оснастки для многорезцовой обработки дает возможность значительного сокращения номенклатуры резцедержателей и резцов, упрощения содержания переналадок станков с одного типа вала на другой.

В условиях машиностроения и особенно электромашиностроения мы сталкиваемся с необходимостью организации обработки ряда валов, весьма сходных по своей конструкции и отличающихся один от другого только отдельными элементами. В подобных условиях правильный подход к про-

ектированию оснастки (резцедержателей) может дать существенные результаты.

Рассмотренные валы фиг. 1 показывают, что они отличаются: вал „А“ от вала „Б“ и вал „В“ от вала „Г“ наличием лишней шейки с правого конца, валы же „А“—„В“ и „Б“—„Г“—длиной средней шейки.

Проектируя резцедержатели для обработки этих четырех типов валов можно идти следующими путями:

- 1) делением всей длины вала между резцедержателями пополам;
- 2) принятием одинаковой длины хода для обработки валов попарно при обработке одного конца вала;
- 3) принятием одинаковой длины хода для обработки всех четырех модификаций валов с помощью одного резцедержателя с одного конца вала.

Первый путь проектирования неизбежно вызовет необходимость иметь 8 различных резцедержателей, то есть по два для каждого вала.

Второй путь требует применения 4—6 резцедержателей с шестью настройками.

И третий путь может дать возможность произвести обработку всех четырех модификаций валов при помощи 3 и даже 2 резцедержателей с использованием трех их настроек.

Возможность обработки всех четырех модификаций валов с использованием трех или даже двух резцедержателей может быть подтверждена следующими общими расчетами.

На основании чертежа (фиг. 1) можно записать значения длин валов, выраженные через длину вала „А“:

$$L_2 = L_1 - l_5, \quad L_3 = L_1 - a,$$

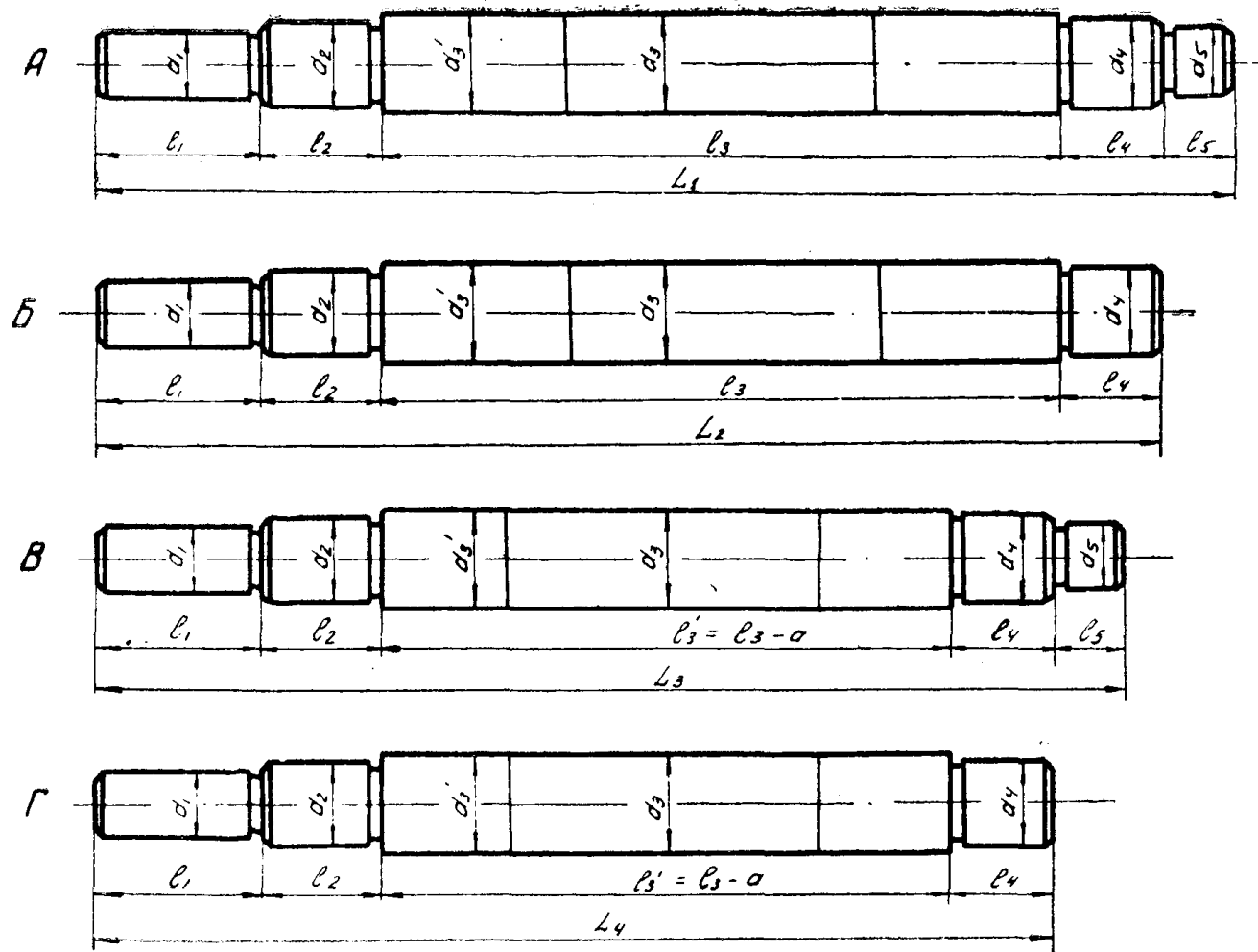
$$L_4 = L_1 - (a + l_5).$$

Приняв длину обточки при обработке первого конца вала равной половине длины большего вала, получим длину обработки второго конца валов:

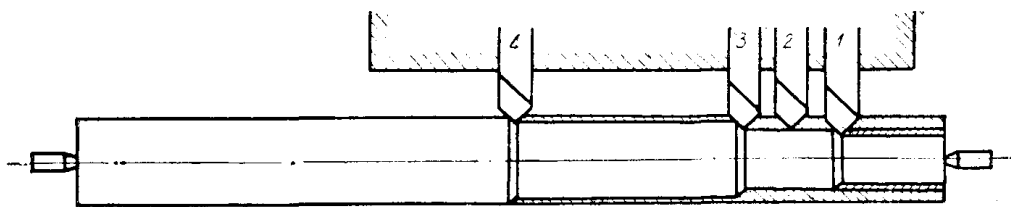
$$L_1^1 = \frac{L_1}{2} \quad L_3^1 = \frac{L_1}{2} - a,$$

$$L_2^1 = \frac{L_1}{2} - l_5 \quad L_4^1 = \frac{L_1}{2} - (a + l_5).$$

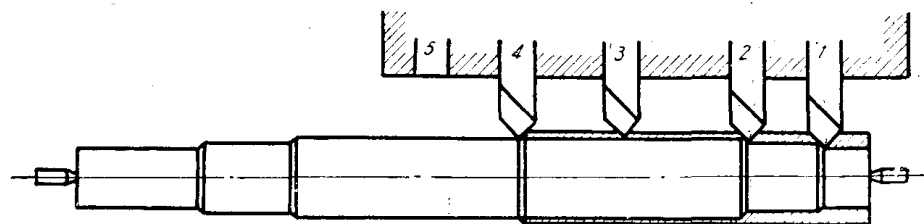
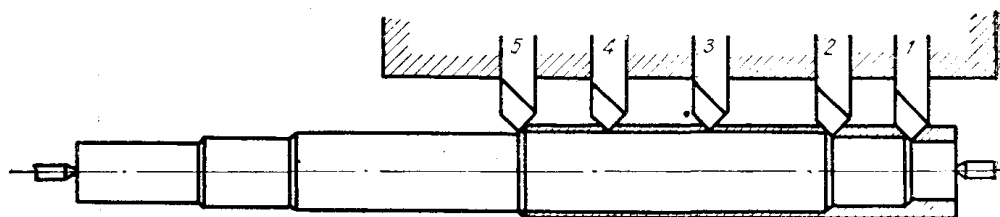
Сопоставив полученные значения, видим, что эта длина отличается от длины обработки наиболее длинного вала на  $l_5$ ,  $a$  и  $(a + l_5)$ , — на длину дополнительной ступени у валов типа „Б“ и „Г“, а также на разность в длине средней ступени. Из сказанного можно сделать вывод о том, что 1) выравнивание длины обточки следует проводить с конца вала, имеющего одинаковую конструкцию, так как в этом случае валы всех модификаций могут быть обработаны при помощи одного резцедержателя (фиг. 2), 2) обработка второго конца может быть осуществлена с использованием одного или нескольких резцедержателей. Несколько резцедержателей (в нашем случае два) требуется тогда, когда конструктивно невозможно разместить резцы так, чтобы компенсация большей длины средней ступени получалась либо путем постановки одного из резцов в двух положениях (рис. 4), либо путем постановки дополнительного резца, который при об-



Фиг. 1. Конструкции валов

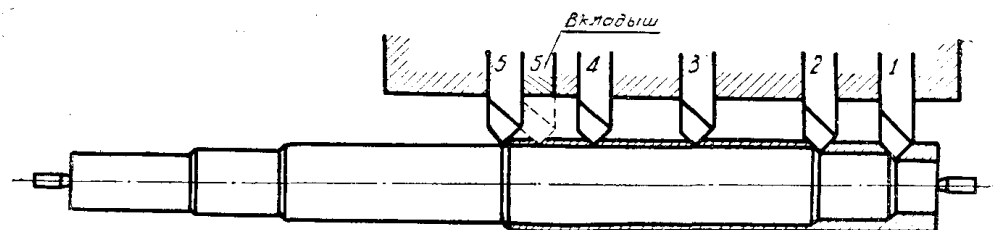


Фиг. 2. Резцедержатель для черновой обработки первого конца валов всех модификаций



Фиг. 3. Резцедержатель для черновой обработки 2 конца валов всех модификаций

Примечание: В резцедержатель ставить  
 при обработке вала А 1, 2, 3, 4, 5 резцы  
 „ „ Б 2, 3, 4, 5 резцы  
 „ „ В 1, 2, 3, 4 резцы  
 „ „ Г 2, 3, 4 резцы



Фиг. 4. Резцедержатель для черновой обработки 2 конца валов всех модификаций (с вкладышем)

точке валов с меньшей длиной средней ступени убирается из резцедержателя (фиг. 3). Используя такой резцедержатель, обработку производят путем использования одной из следующих настроек (табл. 1).

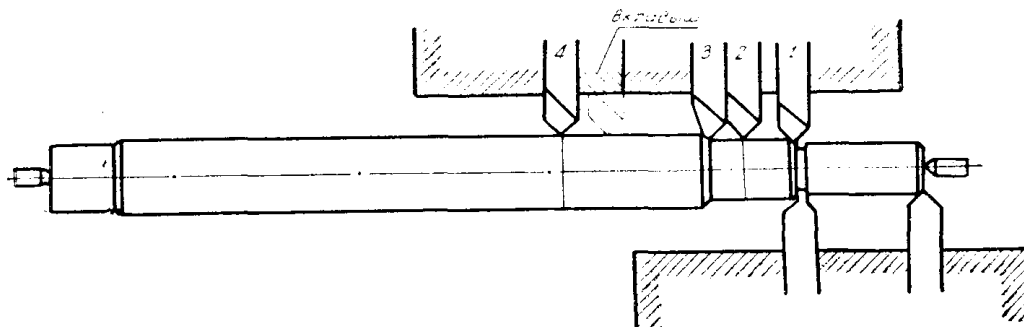
Таблица 1

<div> <div>№</div> <div>резцов</div> </div> <div> <div>Тип</div> <div>вала</div> </div>	1	2	3	4	5
A	+	+	+	+	+
B	—	+	+	+	+
B	+	+	+	+	—
Г	—	+	+	+	—

Резец „1“ в настройках B и Г может не сниматься, так как, находясь в резцедержателе, он не будет участвовать в работе.

Конструкция резцедержателя по фиг. 4 применяется для обработки валов с небольшим изменением длины средней ступени и главным образом тогда, когда длина хода резцедержателя значительна, а ее величина определена исходя из расстояния между резцами, обрабатывающими среднюю ступень, кратного длине этой ступени для наиболее длинного вала.

Предлагаемые рассуждения справедливы как для черновой, так и для чистовой обточек валов. Однако, указанная задача при проектировании резцедержателей для чистовой обточки решается несколько сложнее, потому, что в этом случае мы часто сталкиваемся с необходимостью производить обработку средней ступени с одним номинальным диаметром, но разными предельными отклонениями на различных участках. При чистовой обработке первого конца вала длина обточки определяется не произвольно, как это имело место при черновой обточке, где мы ее выбирали и в нашем примере приняли равной  $1/2 L_1$ , а длиной участков вала на средней ступени, имеющих разные предельные отклонения. Несмотря на это, и при чистовой обработке может быть проведена унификация резцедержателей. Так, обработка первого конца вала может быть произведена при помощи одного резцедержателя при двух его настройках. Здесь компенсация различной длины участков средней ступени достигается путем постановки резца 4 в двух различных положениях (фиг. 5) с использованием вкладыша.

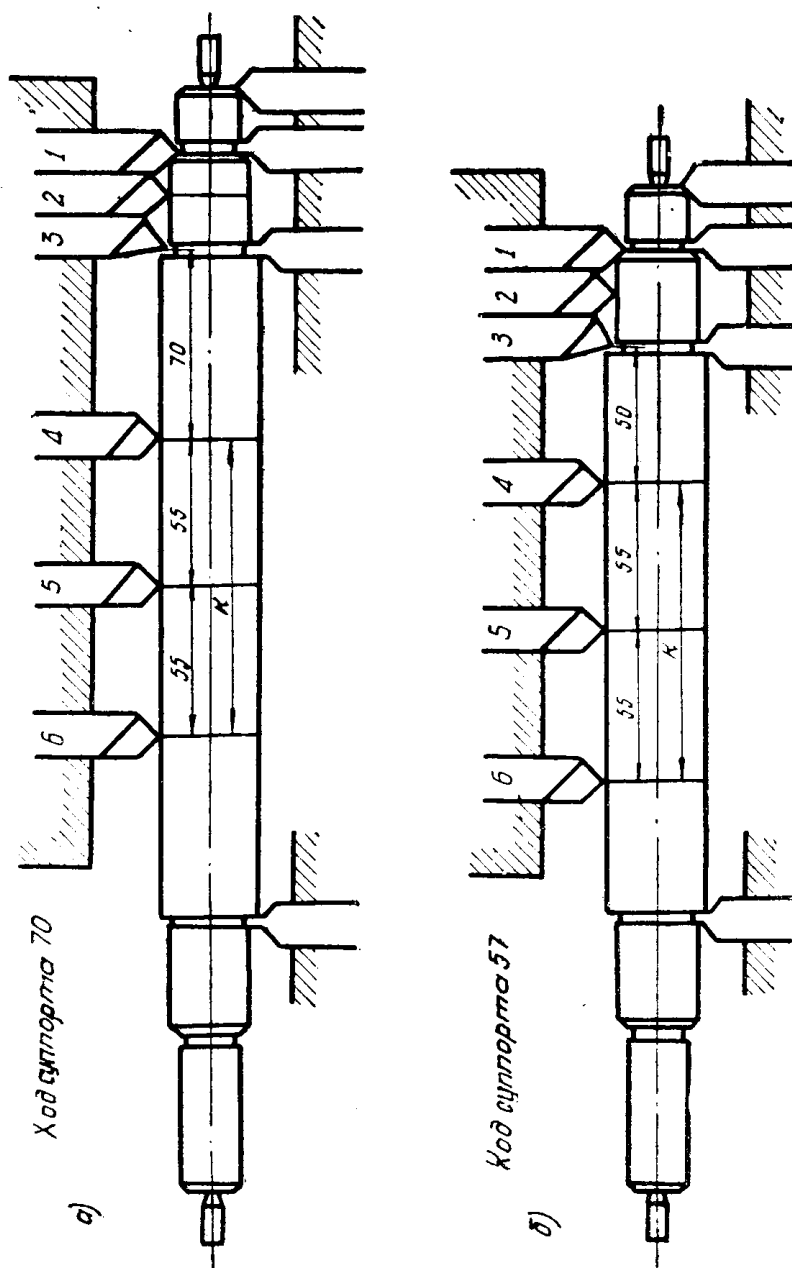


Фиг. 5. Резцедержатель для чистовой обработки первого конца валов всех модификаций

Обточку валов и при чистовой обработке следует начинать с конца одинаковой конструкции, используя для этого один резцедержатель. Об-

работка же второго конца редко удается с помощью одного резцедержателя. Обычно в этом случае требуется столько резцедержателей, сколько различных длин средней ступени (в нашем случае два—фиг. 6). Это объясняется тем, что обычно здесь приходится менять положение не одного, а группы резцов (резцы 4, 5 и 6). Количество резцов, обрабатывающих каждый участок вала, определяется путем деления длины этого участка на длину хода, округляя полученное значение до большего целого числа. Длина же хода определяется длиной наибольшего расстояния между резцами плюс некоторый перебеж (перекрытие хода).

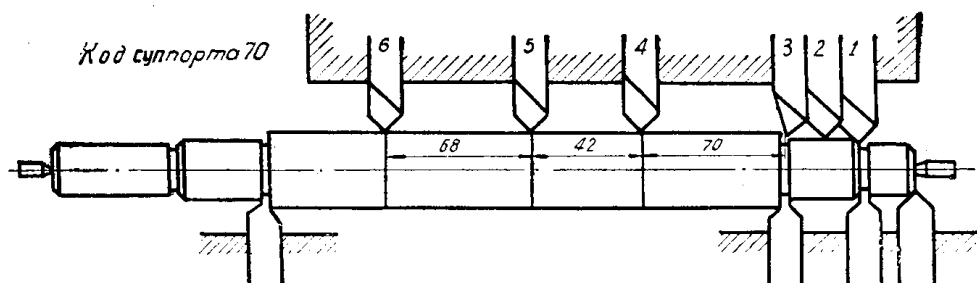
В нашем примере (фиг. 6) длина хода равняется 70 и 57 мм при наи-



фиг. 6. Резцедержатели для чистовой обработки 2 конца валов всех модификаций

больших расстояниях между резцами 70 и 55 мм. Расстояния между резцами, обрабатывающими одну ступень, обычно определяют путем деления длины данной ступени на количество резцов. Так они определены и в на-

шем примере (фиг. 6). Для случая „б“ это правильно, так как здесь сама длина хода определялась расстоянием между указанными резцами. В случае же „а“ механическое деление участка „к“ пополам неверно, так как в этом случае будет иметь место перекрытие работы резца „б“ резцом „5“ на 15 мм. На участке перекрытия резец „5“ будет идти по уже обработанной поверхности, что приведет к снижению нагрузки на резцах и, следовательно, уменьшению прогиба вала под действием сил резания. Уменьшение деформации вала приведет к снятию дополнительной стружки на участке перекрытия. При настройке резцов на диаметр, близкий к наименьшему предельному размеру вала, это может привести к провалу диаметра на данном участке и, следовательно, браку. Для устранения указанного обстоятельства необходимо устанавливать резцы так, чтобы расстояния между резцами, обрабатывающими одну и ту же ступень, были меньше длины хода на максимально допустимое перекрытие, не вызывающее провала вала и его брака. Лучше всего значение перекрытия брать равным 1—2 мм. Тогда расположение резцов для случая „а“ (фиг. 6) будет таким, как показано на фиг. 7.



Фиг. 7. Резцедержатель для чистовой обточки 2 конца валов типа А и Б

Пользуясь рассмотренными положениями, нам удалось сократить количество резцедержателей с шестнадцати до восьми, то есть в два раза (здесь учтены и резцедержатели поперечных суппортов). Сокращение количества резцедержателей упрощает подготовку производства, но одновременно сопровождается и весьма существенным упрощением и сокращением объема настройки станков, а следовательно, сокращением времени, затрачиваемого на переналадку станков при переходе с одной модификации вала на другую.

Так, на операции I—черновая обточка первого конца при переходе с одной модификации вала на другую—требуется лишь изменить положение упоров, ограничивающих ход суппорта.

На операции II—черновая обточка второго конца—установить нужные резцы в резцедержатель (табл. 1) и изменить упоры при переходе с длинных валов на короткие и наоборот. Обработка валов с одинаковой длиной средней части может производиться без изменения положения упоров.

На операции III—чистовая обточка первого конца—перестановка упоров и резца 4.

На операции IV—чистовая обточка второго конца—смена резцедержателей и перестановка упоров при переходе с длинной модификации вала на короткую.

Не пользуясь высказанными нами положениями, потребовалось бы производить полную переналадку станков во всех случаях перехода с одной модификации на другую—менять резцедержатели и упоры, следовательно, затрачивать во много раз больше времени.

Сокращение времени на настройках, естественно, приводит к повышению производительности и увеличению съема продукции с единицы оборудования и площади. Данное обстоятельство особенно важно при эксплуатации переменнo-поточных и автоматических линий, так как в этом случае задержка с настройкой одного станка вызывает остановку всей линии и, следовательно, снижение съема продукции с линии в целом. Используя данный принцип, можно значительно повысить коэффициент использования таких линий и обеспечить возможность более быстрого перехода с одной модификации вала на другую и возможность значительного сокращения объема незавершенного производства путем уменьшения величины партий запуска. Данное положение особенно важно при безусловной необходимости выполнения планов не только в валовом выпуске, но и в номенклатуре.

---